



وزارت صنعت، معدن، تجارت  
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

عنوان:

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰: ایپرک ۲

شماره برگه:

۸۲۴۴

تهیه کننده / تهیه کنندگان:

ع.ر. خبازنیا، ش. نواواجاری

سال تولید:

۲۰۰۵

## گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰

## برگه شماره ۸۲۴۴ - بیرک ۲

## موقعیت جغرافیائی و وضعیت مورفولوژی منطقه

ورقه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ بیرک ۲ در محدوده جنوب خاوری چهارگوش ۱:۲۵۰۰۰۰ ایرانشهر با مختصات طول های خاوری ۶۱،۳۰،۰۰ تا ۶۱،۰۰،۰۰ و عرض های شمالی ۲۷،۳۰،۰۰ تا ۲۷،۰۰،۰۰ واقع شده است. گستره این ورقه از لحاظ تقسیمات کشوری در محدوده استان سیستان و بلوچستان، در حاشیه شهرستان سراوان و بخش زابلی قرار دارد. بعلت نوع اقلیم، مناطق جمعیتی اکثرا در اطراف رودخانه های منطقه قرار دارند و بیشترین تمرکز جمعیت در دشت های جنوب باختری رشته کوه بیرک، در پیرامون رودخانه ماشکید قرار گرفته اند و در نیمه شمال باختری، روستائی وجود ندارد. از مناطق مهم جمعیتی می توان روستاهای دهستان بیرک به مرکزیت ده چاهوک، رگنتک، چادوک، ساندک، سیاه اتفاق، انجیرک، گولمی، کاشیکاهی و مدحک رانام برد. باتوجه به شرایط آب و هوائی منطقه، بارش اندک و نامنظم باران، نوسانات شدید درجه حرارت، تبخیر فراوان و نامساعد بودن خاک، منطقه با کمبود پوشش گیاهی روبرو است و بر روی هم شامل بوته های گیاهی کوتاه و پراکنده است که در بستر رودخانه ها متمرکزند. گیاهان این محدوده با شرایط خشک و کویری سازگار، و توانائی زیست بدون یاران را دارند. داز، اسکمبیل، قیچ از مهمترین گیاهان منطقه به شمار می آیند. شغل اصلی ساکنین منطقه، دامپروری و کشاورزی و فراورده عمده کشاورزی، خرما است. بلندترین ارتفاعات منطقه رشته کوه بیرک در شمال خاوری با ارتفاع ۲۶۴۲ متر از سطح دریا و پست ترین نقطه در بخش های شمالی حاشیه رودخانه کنارو، در شمال باختری منطقه با ارتفاع ۸۴۵ متر از سطح دریا می باشند. گستره این ورقه به علت کمبود نزولات جوی از نظر آب و هوائی از خشک ترین مناطق کشور و در شمار مناطق گرم و خشک است. بیشینه دمای هوای آن در ماههای تیر - مرداد در حدود (۴۰-۴۵) و کمترین آن در ماه های دی - بهمن در حدود (۲۵ - ۲۰) است. میانگین بارش در سطح منطقه در حدود ۱۰۰ میلی متر است که بیشتر آن به صورت باران در ماه های آبان و آذر می بارد. طوفان های محلی با جهت خاوری - شمال خاوری در ماه های خرداد و تیر می وزند. رودخانه های منطقه، غیر دائمی و فصلی و شامل رودخانه های ماشکید و کنارو هستند. دیگر منابع آب منطقه شامل آب های زیرزمینی است که بیشتر از طریق چاه های عمیق و نیمه عمیق و به ندرت در برخی مناطق، از چشمه ها تامین می شود. از دیدگاه زمین ریخت شناسی رودخانه ها، از نوع رودخانه های وادی (Wadi) و شامل رودخانه هایی هستند که در محیط های صحرایی، بویژه در نزدیکی کوهستان پدیدار می شوند و در بیشتر روزهای سال خشک هستند. رسوبگذاری در این رودخانه ها بعلت کاهش ناگهانی سرعت و جذب آب بسیار سریع انجام می گیرد. رودخانه های این نوع محیط های صحرایی بیشتر، ویژگی بریده بریده را دارند. اندازه دانه های ذرات تشکیل دهنده این رسوبات به منشاء و وجود ذرات مختلف در آن بستگی دارد. طبقه بندی مورب با مقیاس کوچک و بزرگ و طبقه بندی افقی نیز در این رسوبات دیده می شوند. بطور معمول در یک توالی عمودی تناوبی از انباشته های رسوبات رودخانه ای و بادی در این قسمت از محیط های صحرایی قابل رویت است.

بلندترین کوه های آن شامل رشته کوه بیرک در شمال خاوری با ارتفاع ۲۶۴۲، کوه همونت (با ارتفاع ۲۲۴۵)، کوه ششان (با ارتفاع ۱۷۶۷)، کوه منظوری (با ارتفاع ۱۷۲۷)، کوه جمک (با ارتفاع ۱۶۶۳) و کوه رگنتک (با ارتفاع ۱۵۴۵) هستند. دشت های به تقریب مسطح پوشیده از قله سنگ بادرفت (Deflation surface) و تپه ماهورهای از انباشته های ماسه سنگی و شیلی در حد فاصل رشته کوه های منطقه گسترده شده و محدوده به نسبت گسترده ای از سطح نقشه را می پوشانند، ضمن اینکه در پای ارتفاعات منطقه سطوح کم شیبی پوشیده از قله سنگ و تخته سنگ در سیمانی از ماسه و رس قرار دارند که از ویژگی های مناطق گرم و خشک می باشند (Piedmont slope).

منطقه از نظر ریخت شناسی دارای توپوگرافی به نسبت پست و ملایم است و عمده نواحی پست ورقه مورد مطالعه از لحاظ زمین ریخت شناسی سریر (Serir) هستند که عبارت از صحرای سنگلاخی تشکیل شده از دانه های شن و

ماسه درشت با جورشدگی بد یا متوسط هستند. نوع این انباشته‌ها بیشتر به سنگ منشاء بستگی دارد و در منطقه بطور عمده از سنگ‌آهک‌های کرتاسه و ائوسن و ماسه‌سنگ تشکیل شده است. ضخامت این نوع رسوبات بسیار کم است و گاهی اوقات به حدود چند سانتی‌متر می‌رسند. طبقه‌بندی در نهشته‌های یاد شده ممکن است به صورت افقی و گاهی مورب دیده شود.

جاده آسفالت‌آهک‌های ایران شهر \_ زابلی مهمترین مسیر ارتباطی منطقه به جنوب باختری استان سیستان بلوچستان و سایر مناطق ایران بشمار می‌آید. افزون بر این، روستاهای منطقه توسط راه‌های شوسه و خاکی به هم متصل شده‌اند. با توجه به اینکه مناطق کوهستانی شمال باختری بدور از هر نوع راه آمد و شدند، دسترسی به رخنمون‌های زمین‌شناسی تنها از طریق راهپیمایی‌های طولانی امکان پذیر است.

### موقعیت زمین‌شناسی منطقه

ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی بیرک ۲، بخش جنوب خاوری چهارگوش ۱:۲۵۰۰۰۰ ایران شهر است که توسط هوپر (۱۹۶۲) تهیه و توسط م.ر.سهندی (۱۳۷۵) تلفیق شده است.

منطقه مورد مطالعه، از دیدگاه تقسیم بندی ساختمانی \_ رسوبی ایران، جزئی از زون‌های خاوری و جنوب خاوری ایران و زون فلیش شرق ایران (م.ح.نبوی، ۱۳۵۵)، است که مرز خاوری آن باختر پاکستان و افغانستان، و مرز باختری آن گسل نهبندان و مرز جنوبی آن به زون مکران و گسل بشاگرد محدود است. این زون بعلت فراوانی افیولیت \_ ملائزهای خاور ایران به نام زون یا منطقه (Colored melange) نیز نامبرده شده است (اشتوکلین و دیگران ۱۹۷۲). بر اساس مطالعات کمپ و گریفیث (۱۹۸۱) و تیروول و دیگران (۱۹۸۳)، زون فلیش نهبندان \_ خاش، بعنوان زون جوش خورده میان بلوک لوت و بلوک افغان (و به عبارتی دیگر زون جوش خورده سیستان (Sistan suture zone) نظر گرفته شده است (نقل مطلب و منابع از رویش زاده، ۱۳۷۰).

### چینه‌نگاری

توصیف واحدهای سنگی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ بیرک ۲ را می‌توان در دو زون سیستان و بقایای پوسته قاره‌ای کوه بیرک دسته بندی کرد. عمده واحدها در زون سیستانی و تعداد کمتری از آنها در زون بقایای پوسته قاره‌ای کوه بیرک رخنمون دارند.

#### واحد های سنگی زون سیستان نهشته‌های مزوزوئیک و سنوزوئیک

نهشته‌های مزوزوئیک و سنوزوئیک، در برگیرنده واحدهای بطور عمده رسوبی با زمان‌های کرتاسه، کرتاسه پسین \_ پالتوسن پیشین، پالتوسن، پالتوسن پسین \_ ائوسن پیشین، ائوسن و الیگوسن می‌باشند. توصیف این واحدها به شرح زیر است.

#### واحد $K_{II}^{Pl}$

این واحد در بخش‌های باختری و مرکزی ورقه برونزد دارد و در برگیرنده سنگ‌آهک‌های بیواسپارایتی پلاژیک متوسط لایه، به‌رنگ‌های خاکستری متمایل به سبز روشن و خاکستری تا قرمز روشن، همراه با رگچه‌های کلسیتی فراوان، به ضخامتی در حدود ۱۵۰-۱۰۰ متر دیده می‌شود. قاعده این واحد شناسائی نشده و بگونه گسله بر روی واحد ba جای دارد و واحد  $KP^{sh,s}$  بر روی آن رانده شده است. بر پایه مطالعه میکروفسیل‌های شناسائی شده در سنگ آهک‌ها، دیرینه‌ای هم ارز کرتاسه پسین به این واحد نسبت داده شده است (ع.کیهانی، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور).

Globotruncana sp., Globotruncana cf. lapparenti, Oligosteginids, Lithothamnion sp.  
Heterohelix sp., Hedbergella sp.

**واحد<sup>sh</sup> KP**

کهن ترین توالی نهشته‌های شیلی و ماسه‌سنگی محدوده با ضخامت‌های ناهمسان حداکثر تا ۲۵۰۰ متر، نهشته‌های این واحد تشکیل داده است. برونزدهای شیلی این واحد حاصل تکرار پی در پی شیل‌های خاکستری متمایل به قهوه‌ای روشن نازک لایه همراه با ماسه‌سنگ‌های قهوه‌ای تیره و متوسط لایه‌اند. میان لایه‌هایی از ماسه‌سنگ‌های بیومیکرایی آهکی \_ ماسه‌ای نیز در آن دیده می‌شوند. قاعده زیرین واحد نامشخص است اما مرز بالائی آن بگونه نامشخص و پوشیده در زیرنهشته‌های واحد  $Pe^s$  جای دارند. بر پایه بررسی‌های دیرینه‌شناختی بر روی سنگ‌آهک‌های این واحد، دیرینه و فسیل‌های یافت شده کرتاسه پسین \_ پالئوسن برای این واحد شناسائی شده‌اند (ا. کیهانی، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور):

*Globotruncana elevata*, *Globotruncana sp.*, *Acicularia sp.*, *Ethelia alba*  
*Hedbergella sp.*, *Ostracoda*, *Radiolaria*, *Faverina sp.*, *Miliolids*.

**واحد<sup>s</sup> Pe**

این واحد در جنوب باختری ورقه با ستبرائی در حدود ۲۵۰ متر برونزد دارد و منطقه قابل ملاحظه‌ای از نقشه را در برمی‌گیرد. برونزدهای واحد  $Pe^s$  دربرگیرنده ماسه‌سنگ‌های ساب‌لیتارنیت فلدسپاتی - آهکی ضخیم لایه، سبز تا خاکستری با دانه‌بندی متوسط و بافت آواری نیمه بالغ است. اجزاء سازنده این ماسه‌سنگ‌ها از کوارتز - متاکوارتز و آلکالی فلدسپارهای نیمه‌شکل تا بی‌شکل و پلاژیوکلاز تشکیل شده است. کانی‌های کدر، میکایی و تورمالین نیز در آن‌ها دیده می‌شوند. اجزاء ماسه‌سنگ‌ها توسط سیمانی متوسط تا درشت بلور کلسیتی به هم متصل شده‌اند. این واحد به طور محلی دارای لایه‌هایی از کریستال لیتیک توف ماسه‌ای با بافت لیتوکلاستیک - کریستالوکلاستیک با ترکیب متوسط تا اسیدی است و دارای بلورهای کوارتز تخریبی نیمه گرد تا زاویه‌دار، پلاژیوکلازهای سدیک، تیغه‌های میکایی و بلورهای اپیدوت هستند. این واحد به‌گونه‌ای پیوسته و هم شیب بر روی واحد  $KP^{sh,s}$  نهشته شده است. در این واحد فسیل شاخص یافت نشد اما از لحاظ چینه نگاری و موقعیت چینه‌شناسی دیرینه این واحد را می‌توان هم ارز کرتاسه پسین در نظر گرفت.

**واحد<sup>t</sup> Pe**

برونزدهای واحد  $Pe^t$  در نیمه جنوبی ورقه با ستبرائی نزدیک به ۴۰۰ متر رخمون دارند و دربرگیرنده توف‌ها و توف‌های ماسه‌ای متوسط لایه به رنگ قهوه‌ای تیره تا خاکستری روشن و میان لایه‌هایی از کنگلومرای پلی‌ژنتیک‌اند. در بررسی مقاطع میکروسکوپی، توف‌ها از نوع لیتیک کریستال توف دگرسان شده‌اند و در برگیرنده فنوکلاست‌ها و میکروفنوکلاست‌هایی از کوارتزهای بی‌شکل، پلاژیوکلازهای حد واسط \_ سدیک، بیوتیت‌های دگرسان شده، قطعه‌های دگرسان شده و مسکویت هستند. بخش توفی توسط رگچه‌های ظریف فراوان از کلسیت پر شده‌است. میان لایه‌هایی از کنگلومراهای پلی‌ژنتیک متشکل از قطعه سنگ‌های آذرین و رسوبی دگرسان شده و گاه دگرگونه و نیز قطعات بلورین نیز در آن یافت می‌شود که دارای لایه‌بندی متوسط و جورشدگی ضعیف و گردشگی متوسط‌اند و در یک سیمان آهکی به یکدیگر جوش خورده‌اند. کوارتز، فلدسپات با آثار شکستگی \_ خوردشدگی و دگرسان شده به کانی‌های رسی، سرسیت، و بیوتیت نیز در آن دیده می‌شوند. سیمان این کنگلومراها در برگیرنده اجزاء آواری در حد ماسه است. واحد یاد شده به گونه ناپیوستگی فرسایشی بر روی واحد  $Pe^s$  و همچنین در زیر واحد  $Pe^{s,sh}$  جای می‌گیرد. در برداشت‌های صحرایی هیچ نوع فسیلی در این واحد پیدا نشد اما با توجه به مشخصات چینه‌نگاشتی، دیرینه این واحد را می‌توان پالئوسن پیشنهاد کرد.

**واحد<sup>sh</sup> PeE**

نهشته‌های این واحد در جنوب خاوری ورقه با ستبرائی در حدود ۸۵۰ متر رخمون دارند که دربرگیرنده تناوبی از ماسه‌سنگ‌های ساب‌آرکوزی دانه‌ریز، سنگ آهک‌های ضخیم لایه به رنگ قهوه‌ای روشن با آثار فسیلی (Trace fossils) و میان لایه‌های شیلی به رنگ خاکستری تیره هستند که به صورت هم شیب و ناپیوسته بر روی واحد  $Pe^t$  قرار دارند. ماسه‌سنگ‌ها بافت آواری و ریزدانه دارند و از دیدگاه کانی‌شناختی نیمه بالغ‌اند واز کوارتز \_ متاکوارتز، آلکالی فلدسپات‌ها و پلاژیوکلازها، چرت، سرسیت، مسکویت، کلریت، تورمالین و کانی‌های کدر همراه با میکروفسیل‌های

آهکی تشکیل شده‌اند که توسط سیمانی کربناته یا کلسیت اسپاری، سخت و بهم پیوسته شده‌اند. در سطح زیرین لایه‌های ماسه‌سنگی، ساختمان‌های رسوبی مانند Flute Casts (قالب‌های شیاری) و نیز Load Casts (قالب‌های وزنی) و بر روی طبقات آثار موجی (Ripple Marks) متقارن قابل مشاهده هستند. بر پایه بررسی‌های دیرینه شناختی برای سنگ آهک‌های این واحد و به استناد فسیل‌های یاد شده در زیر (ف. وکیل، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور)، دیرینه پالئوسن پسین \_ ائوسن پیشین تشخیص داده شده است:

Miscellana sp., Alveolina (Glomalvelina) sp., Flosculina pasticillates  
Nummulites globulus, Kathina sp., Alveolina leavantina, Alveolina sp.  
Rotalia sp.

در بخش‌های ماسه‌سنگی، آثار فسیلی Paleodictyon majus (Trace fossils) مربوط به ایکنوفاسیس نریتیس (Nereites Ichnofacies) دیده می‌شود که مربوط به جانوران رسوب‌خوار یا لاشخوار بوده که در داخل زیست دائمی خود رفتار کشت میکروبی دارند این ایکنوفاسیس‌ها مربوط به محیط‌های دریایی خیلی عمیق (Abyssal) و بخشی از محیط عمیق (Bathyal) می‌باشند. اثر فسیلی دیگری نیز که به فراوانی یافت می‌شود، مربوط به موجودات رسوب‌خوارند (Spirorhapha involuta) که شاخص ایکنوفاسیس نریتیس است (ش. نواواجاری، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور ۱۳۸۴).

### واحد E<sup>c</sup>

این واحد که در شمال خاوری ورقه و در زون کوه بیرک برونزد دارد و رخنمون‌هایی از آن نیز در دنباله زون سیستان در ورقه بیرک ۱ نیز دیده می‌شود. ستبرای این واحد در حدود ۵۰-۲۰ متر است و در برگزیده کنگلومراهای الیگومیکتیک است که از قلوه سنگ‌های آهکی کراتسه، با قطعه‌های اسکلتی (Framework Particles) تشکیل شده و توسط سیمانی ماسه‌ای به یکدیگر متصل شده‌اند. میان لایه‌های بسیار محدودی از ماسه‌سنگ‌های خاکستری رنگ با ضخامت کم نیز در آن دیده می‌شوند. این واحد قاعده نهشته‌های عمیق تر ائوسن است که نشانه آغاز پیشروی دریای ائوسن بر روی نهشته‌های کهن تر (واحد های K<sup>1u</sup> و TR<sub>n</sub>) است.

### واحد E<sup>s,sh</sup>

نهشته‌های این واحد با ستبرائی حدود چند صد متر برونزد قابل ملاحظه‌ای در ربع شمال خاوری ورقه و جنوب باختری رودخانه ماشکید دارد. رخنمون‌های وابسته به واحد E<sup>s,sh</sup> شامل تناوبی از ماسه‌سنگ‌های فلدسپاتیک سابلیت‌آرنایت آهکی، قهوه‌ای روشن، متوسط لایه با شیل‌های خاکستری رنگ، متوسط تا ضخیم لایه هستند. ماسه‌سنگ‌ها، بیشترشان، متوسط تا ریز دانه و از نظر کانی‌شناختی، بیشتر، نابالغ و گاه بطور محدود نیمه‌بالغ‌اند. کوارتز - متاکوارتز (با گردشگی و جورشدگی ضعیف)، فلدسپار، چرت، بیوتیت، مسکویت، قطعات سنگی فیلیتی، شیلی و آهکی اجزاء ماسه‌سنگ‌ها را تشکیل می‌دهند. فراوانی دانه‌های آواری بسیار ریز در زمینه نشانگر تمایل سیلتی است. قاعده این واحد دیده نشده ولی مرز زیرین آن بگونه هم‌شیب و پیوسته در زیرنهشته‌های واحد E<sup>s,c</sup> قرار دارد. این واحد بگونه‌ای جانبی به واحد E<sup>l</sup> تبدیل شده است.

### واحد E<sup>s,c</sup>

نهشته‌های واحد E<sup>s,c</sup> با ستبرای حدود ۳۰۰ متر در شمال و جنوب خاوری ورقه رخنمون دارند و از تناوب ماسه‌سنگ‌های فلدسپاتیک قهوه‌ای تا خاکستری تیره، متوسط لایه و کنگلومراهای متراکم فاقد ساخت مطبق (Massive) تشکیل شده‌اند. این کنگلومراها از قلوه‌سنگ‌های ماسه‌سنگی با گردشگی و جورشدگی به نسبت خوب تشکیل شده‌اند و توسط سیمانی از ذرات تخریبی در حد ماسه به یکدیگر متصل شده‌اند (Petromictic Conglomerate). از آنجائیکه بیشتر قطعات کنگلومراها از یک جنس‌اند می‌توان آنها را Oligomictic Conglomerates نامید. این واحد بگونه‌ای هم‌شیب و پیوسته بر روی واحد E<sup>s,sh</sup> قرار دارد و بگونه جانبی به واحد E<sup>l</sup> تبدیل شده است.

### واحد E<sup>vl</sup>

این واحد از ماسه‌سنگ‌های قرمز - خاکستری رنگ نازک تا متوسط لایه، سیلتستون‌های قرمز نازک لایه، مارن‌های رنگارنگ، توف‌های ماسه‌ای، شیل‌های توفی، سنگ‌آهک‌های بیومیکریت خاکستری نازک لایه و سنگ‌های آتشفشانی

مانند تراکی آندزیت، آندزیت و بازالت در شمال خاوری منطقه در جنوب کوه بیرک تشکیل شده است و بگونه‌ای گسله بر روی واحدهای کرتاسه و بگونه‌ای ناپیوسته و همشیب در زیر سنگ‌آهک‌های ائوسن قرار دارد. در سنگ‌های این واحد که با نشانه  $E^{VI}$  بر روی نقشه زمین‌شناسی معرفی شده است، میکروفسیل‌های زیر یافت شده است که به استناد آن دیرینه ائوسن میانی برای این واحد پیشنهاد شده است (ع. کیهانی، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور  
Porticulasphaera sp., Globorotalia wilcoxiensis, Globorotalia spinulosa  
Globorotalia cf. crassata.

### واحد $E^I$

این واحد بصورت بلوک‌های تکتونیک، در درون واحدهای شیلی و ماسه‌سنگی ائوسن ( $E^{s.c}$  و  $E^{s.sh}$ ) با ضخامت‌های متفاوت، از چند متر تا حدود ۱۵۰ متر در کوه ششان رخنمون دارند. این واحد از سنگ‌آهک‌های بیومیکریت خاکستری تیره (در سطح هوازده) و خاکستری روشن (در شکستگی تازه) تشکیل شده‌اند که دارای رگچه‌های کلسیتی اند و لایه‌بندی مشخص ندارند. نهشته‌های این واحد بگونه‌ای هم شیب نیز بین واحدهای شیلی \_ ماسه‌سنگی و ماسه‌سنگی \_ کنگلومرایی ائوسن قرار دارند و به‌نظر می‌رسد بگونه جانبی به این واحدها تبدیل شده باشد. بر پایه بررسی‌های دیرینه شناختی این سنگ‌ها، دیرینه ائوسن میانی برای این واحد تشخیص داده شده و میکروفسیل‌های زیر در آن شناسائی شده‌اند (ع. کیهانی، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور).

Globorotalia crassata, Poriculasphaera sp., Globorotalia wilcoxiensis, Globorotalia cf. esnaensis, Globorotalia cf. spinulosa

### واحد $E^{s.1}$

رخنمونهای این واحد تنها در گوشه جنوب خاوری ورقه، با ضخامتی در حدود چند صد متر گسترده شده که از تناوب شیل‌های نازک لایه سبز \_ خاکستری، ماسه‌سنگ‌های نازک تا متوسط لایه خاکستری \_ قهوه‌ای (که بگونه محلی به ماسه‌سنگ‌های آهکی و سنگ‌آهک‌های ماسه‌ای تبدیل می‌گردند) و بیومیکرواسپارایت سیلنتی تشکیل شده‌اند که در بخش اخیر دارای میکروفسیل‌های نومولیت و قطعات پوسته نرم تنان است. قاعده این واحد در منطقه دیده نشده و واحد  $PeE^{s.sh}$  بگونه‌ای راندگی بر روی آنها قرار گرفته‌اند. بر پایه دیرینه لایه‌های سنگ‌آهکی زمان پیدایش این سازند به الیگوسن نسبت داده شده است. فسیل‌های زیر برای این سنجش دیرینه استفاده شده است (ع. کیهانی - سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور).

Nummulites sp., Nummulites fichteli, Nummulites intermedius, Operculina complanata.

واحد مذکور دارای آثار فسیلی Spirophycus involutissimus می‌باشد که از ایکنوفاسیس‌های زوفیکوس (Zoophycos (Ichnofacies) مربوط به محیط‌های دریایی با عمق متوسط (Bathyal Zone) و موجودات لجن‌خوار تشکیل شده‌اند. (ش. نواواجاری، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور ۱۳۸۴).

### واحدهای سنگی بقایای پوسته قاره‌ای کوه بیرک

رخنمون‌های واحدهای سنگی در زون کوه بیرک، در برگریخته نهشته‌های به طور عمده رسوبی تریاس بالائی، کرتاسه بالائی و سنگ‌های آتشفشانی و رسوبی ائوسن هستند. توصیف این واحدها بشرح زیر است.

### واحد $TR_n$

نهشته‌های این واحد، تنها در کوه بیرک رخنمون دارند و شامل سنگ‌آهک‌های ضخیم لایه انکولیتی و ائومیکریتی به‌رنگ قهوه‌ای تیره، توده‌ای و ضخیم لایه با میان‌لایه‌های ماسه‌سنگ‌های آهکی، شیل‌های سرخ، گل‌سنگ و ماسه‌سنگ‌های قهوه‌ای متوسط لایه با ضخامتی در حدود ۳۵۰ متر است که بگونه‌ای ناپیوسته و هم شیب در زیر واحد  $K_{II}^1$  قرار دارند. براساس مشخصات سنگ شناختی و محتوای فسیلی زیر، این واحد را می‌توان هم ارز سازند نایبند در نظر گرفت. بر پایه بررسی‌های دیرینه شناسی سن تریاس بالایی (نورین - رتین) برای این واحد تشخیص داده شده است و میکروفسیل‌های زیر در آن شناسائی شده‌اند (ف. وکیل، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور).

Microproblematica sp., Lituoneliidea, Cayeuxia sp., Reophax sp.  
Girvanella sp., Triasina sp., Shells fragments, Sponges spicules

Rilamminella sp., Trochonella? sp., Nodosaria sp., Auloconus sp., Rakusia sp., Permodiscus sp., Microgastropoda

#### واحد K<sup>1</sup>

این واحد در محدوده کوه بیرک رخنمون دارد و دربرگیرنده سنگ آهک‌های بیومیکریتی خاکستری تیره تا خاکستری روشن، ضخیم لایه تا توده‌ای، با ضخامتی حداکثر ۲۵۰ متر می‌باشند که بگونه‌ای ناپیوسته بر روی نهشته‌های واحد TR<sub>n</sub> قرار دارند. در نمونه‌های نرم این واحد میکروفسیل‌های زیر با سن کرتاسه بالایی یافت شده است (ع. کیهانی - سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور).

Globotruncana lapparenti, Globotruncana cf. ventricosa, Globotruncana cf. primitiva, Globotruncana cf. formicata. Glt.sp.

#### نهشته‌های کواترنر

نهشته‌های کواترنری در محدوده ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ بیرک ۲ گسترش قابل ملاحظه‌ای داشته و با توجه به سازندگان این نهشته‌ها و سطح تراز به این صورت تفکیک می‌گردند

#### واحد نهشته‌های آبرفتی قدیمی (Q<sup>11</sup>)

این نهشته‌ها شامل آن دسته از رسوبات آبرفتی هستند که دربرگیرنده پادگانه‌های آبرفتی قدیمی و مرتفع‌تر در نقاط کوهستانی است که به تقریب هموارند و واحدهای زمین‌شناختی کهن‌تر را می‌پوشانند و به لحاظ اجزاء سازنده شامل رسوبات تخریبی با اندازه‌های متنوع و استحکام نیافته است.

#### واحد نهشته‌های آبرفتی جدید (Q<sup>12</sup>)

این نهشته‌ها شامل آن دسته از رسوبات آبرفتی کواترنر است که دارای سطح تراز کم ارتفاع‌تری نسبت به نهشته‌های Q<sup>11</sup> دارند و بطور عمده از انباشته‌های درشت دانه گراولی جدا از هم و سیمانی نشده به همراه دانه‌های تخریبی با اندازه‌های گوناگون تشکیل شده‌اند. عمده زمین‌های کشاورزی بر روی این واحد قرار گرفته‌اند.

#### واحد نهشته‌های آبرفتی رودخانه‌ای (Q<sup>13</sup>)

این واحد شامل توده‌های تخریبی بادبزی شکل و با شیب ملایم است که در مناطقی که شیب بگونه قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد (کوهپایه‌ها) گسترده می‌شود و بر حسب سطح تراز به واحدهای مخروط افکنه‌های کهن (Q<sup>11</sup>) مرتفع‌تر و مخروط افکنه‌های جدید (Q<sup>12</sup>) با سطح تراز پست‌تر که بطور عمده بخش‌هایی از واحد Q<sup>11</sup> را می‌پوشانند تقسیم می‌شود.

#### نهشته‌های آبرفتی دشت‌های سیلابی (Q<sup>14</sup>)

این واحد که تنها در بخش خاوری ورقه دیده می‌شود، شامل بخش‌هایی از زمین‌های کناره‌ای حاشیه بستر رودخانه‌ها می‌شود که بطور عمده در نواحی گرم و خشک در هنگام طغیان رودخانه‌ها و بارندگی‌های فصلی، به زیر آب می‌روند و شامل نهشته‌هایی ناپیوسته و با دانه‌بندی مختلف (سیلت تا تخته سنگ) است.

#### واحدهای سنگی مجموعه افیولیتی ناکامل

در جنوب و جنوب باختری ورقه بیرک ۲، رخنمون‌هایی از سنگ‌های ابرقلیائی به شدت سرپانتینیزه و تکتونیک شده، گابرو، کمپلکس دایک‌های دیابازی، گدازه‌های بازالتی تا بازالتی - آندزیتی با درجه دگرگونی کم و بیش دیده می‌شوند. این سنگ‌ها دنباله رخنمون‌های خاوری مجموعه افیولیتی مکران می‌دانند که در منطقه بیرک ۲، ارتباط آنها با یکدیگر در بیشتر جاها تکتونیک است. در جنوب باختری این ورقه، این واحدها در اثر تکتونیک با یکدیگر در آمیخته است احتمال می‌رود که این رخداد در کرتاسه بالائی - پالئوسن پائینی روی داده باشد، در حالیکه به سمت شمال این واحدها با سنگ‌های فلیشی و توربیدیتی ائوسن، آمیخته شده‌اند و احتمال رخداد در زمانی پس از ائوسن را، تقویت می‌نماید. اصطلاح کالرد ملانژ برای اولین بار توسط گانسر (۱۹۷۴) جهت سنگ‌های افیولیتی حوضه تیس و نئوتیس که بگونه‌ای تکتونیزه مخلوط شده‌اند، بکار رفت و به صورت گسترده‌ای در گزارش‌های زمین‌شناسی، توسط زمین‌شناسان مورد استفاده قرار گرفت. طبق تعریف گانسر (۱۹۷۴)، سنگ‌های یک کالردملانژ افزون بر نشان دادن شواهد دگرگونی، در عین حال شدت بهم ریخته (Chaotic) اند. در باره ردیف‌های پلوتونیک و ولکانیک منطقه بیرک ۲،



هر چند این سنگ‌ها دچار دگرگونی ناحیه‌ای نشده‌اند اما از لحاظ تکتونیکی بشدت در هم ریخته‌اند، از این رو اصطلاح کالردملانژ را می‌توان در باره آن‌ها بکار گرفت (واحدهای cm1 و cm2). دگرگونی در این سنگ‌ها بطور عمده از نوع اتومتامورفیسم، ناشی از عملکرد محلول‌های هیدروترمال و چرخش آب در حجره ماگمائی، در حین تبلور و ریخته شدن در کف دریا، و از نوع دگرگونی قهقرائی، در اثر عملکرد زون‌های گسله برشی و دگرشکلی این سنگ‌ها بگونه Brittle و Ductile، پس از جایگیری در پوسته بوده است و در بیشتر جاها بدلیل تشکیل کانی‌های درجه حرارت پائین تفکیک این دو نوع دگرگونی از یکدیگر آسان نیست.

اگرچه سنگ‌های سکانس‌های پلوتونیک و ولکانیک ورقه بیرک ۲، دنباله مجموعه افیولیتی مکران هستند و مشخصات سنگ‌های پوسته اقیانوسی فسیل را نشان می‌دهند، خواه در یک سیستم نوع مورب و یا در سیستم‌های سوپرا - افیولیتی و سوپرا - ساداکشن تشکیل شده باشند، اما در چهارگوش این ورقه، نمی‌توان یک سکانس افیولیتی کامل را جستجو کرد. طبق توافق کنفرانس (Penrose 1974)، یک مجموعه افیولیتی شامل یک سکانس الترامافیک در قاعده است که به سمت بالا شامل سکانس‌های گابروئی لایه‌ای و ایزوتروپ، کمپلکس دایک‌های دیابازی، و یک سکانس آتشفشانی هستند. در سکانس پلوتونیک ممکن است عدسی‌هایی از کرومیت، در سنگ‌های الترامافیک و نفوذی‌های پلاژیوگرانیته دیده شوند. مجموعه‌های افیولیتی ممکن است ناکامل، نابرجا و دگرگونه باشند، در این صورت باید آنها را مجموعه افیولیتی ناکامل (Partial ophiolitic complex) نامید (Juteau and Maury 1999). با توجه به تعریف بالا، به نظر می‌رسد که می‌توان مجموعه سنگ‌های الترامافیک، مافیک و آتشفشانی ورقه بیرک را بگونه یک مجموعه افیولیتی ناکامل (Partial ophiolitic complex) معرفی کرد.

با توجه به توضیحات فوق، واحدهای این مجموعه بشرح زیر توصیف شده‌اند:

#### واحد سرپانتینیتی SF

بروزدهای این واحد محدود به توده‌های کوچک به رنگ‌های تیره تا تیره و سبز قهوه‌ای با سطوح براق و درخشنده، شامل سرپانتینیت‌ها و هارزبورژیت‌های سرپانتینیتی شده و بگونه محلی افی کرنات‌ها - لیسونیت‌ها می‌باشند که در وابستگی تنگاتنگ تکتونیکی با واحدهای cm1 و cm2 دیده می‌شوند. در بررسی‌های صحرائی، بطور عمده ریخت شناسی نرم فرسا دارند و تپه‌های کم ارتفاعی را تشکیل داده‌اند. در بررسی‌های میکروسکوپی، این سنگ‌ها دارای بافت مشبک‌اند و از آنتی‌گوریت و کریزوتیل تشکیل شده‌اند. گاهی آثاری از بافت پورفیروکلاستیک نیز در آنها دیده می‌شود که پورفیروکلاست‌های آن از ارتوپروکسن (آنستاتیت) تشکیل شده و به گستردگی به باسیتیت و سرپانتین دگرسان شده‌اند و تنها آثاری از آنستاتیت همراه با تیغک‌هایی ظریف از دیوپسید در درون آنها دیده می‌شود. خمیره نیز به شدت سرپانتینیتی شده است، تک بلورهائی از کانی‌های کدر که شاید کرومیت‌های جایگزین شده توسط اکسیدهای آهن باشند، نیز قابل توجه‌اند. مجموعه‌هایی از کلریت - سرپانتین نیز به صورت ثانویه در آنها تشکیل شده است. با توجه به ترکیب کانی شناختی بالا، ترکیب سنگ آغازین الترامافیک، شاید هارزبورژیت بوده باشد. همانگونه که گفته شد بگونه‌ای محلی با افی کرنات‌ها - لیسونیت‌ها نیز همراهند و کانی‌های کرنات‌ه بگونه تک‌بلوره‌های پراکنده و پرشدگی‌های رگچه‌ای دیده می‌شوند. کانی‌های پراکنده کرومیت با کانی‌های کدر نیز بگونه پراکنده وجود دارند.

#### واحد gb

توده‌های گابروئی ایزوتروپ، پگماتیت گابروها، و متاگابروهای متوسط بلور با رنگ خاکستری مایل به تیره در جنوب و جنوب باختری بگونه کاملاً در هم ریخته و تکتونیزه رخنمون دارند. دگرشکلی‌های برشی بگونه‌های سیگموئیدال و شکستگی‌های پر شده توسط کانی‌های ثانوی که انعکاسی از تحمل دگرشکلی‌های Brittle و Ductile هستند دیده می‌شوند. در بررسی‌های میکروسکوپی، بخش‌های سالم‌تر این گابروها، قابل مقایسه با گابروهای ایزوتروپی هستند که در مجموعه‌های افیولیتی کامل در بخش‌های بالائی گابروهای لایه‌ای دیده می‌شوند. در هیچ یک از مقاطع میکروسکوپی بررسی شده اثری از لایه‌بندی کومولائی دیده نمی‌شود. بخش‌های گابروئی سالم‌تر دارای بافت میکروسکوپی گرانولار با تمایل اندک آدکومولائی‌اند و بطور عمده از پلاژیوکلاز و کلینوپیروکسن تشکیل شده‌اند. پلاژیوکلازها دارای شکل تخته‌ای با ماکل‌های آلبیت و آلبیت - کارلسباد هستند. بطور عمده به کانی‌های رسی و



آرژیلی غیر قابل تشخیص، پرهنیت و کلریت دگرسان شده‌اند ولی بخش‌های سالم‌تر که دارای ترکیب لابرادور - بیوتیت می‌باشند، دارای میان‌بارهایی از سرپانتین هستند که نشان می‌دهد کانی اولیه احتمالی الیون بوده است. کلینوپیروکسن از نوع دیوپسید و بطور عمده سالم است اما گاهی توسط ترمولیت - اکتینولیت جانشین شده است. مجموعه‌هایی از کلریت - سرپانتین بگونه ثانویه و یا بگونه پرشدگی رگچه‌ها نیز دیده می‌شوند. رگچه‌های پرشده از آلبیت، آمفیبول (هورنبلند) و گاهی پرهنیت نیز ملاحظه می‌شوند که تشکیل آنها می‌تواند در رابطه با دگرگونی‌های استاتیک در کف حوضه‌های اقیانوسی و چرخش مجموعه آب و محلول‌های گرمایی باشند. رگچه‌های موازی، پر شده از کلریت، کلسیت، اپیدوت، کانی‌های رسی و آرژیلی غیر قابل تشخیص، و به ندرت کوارتز، که در مواردی پرشدگی‌های آنها، دگرشکلی‌های سیگموئیدال نوع S و Z را نشان می‌دهند نیز قابل ملاحظه‌اند که سنگ مادر و همچنین رگچه‌های پرشده از کانی‌های دگرگونی استاتیک را قطع نموده‌اند. پاراژن کانی‌های پرکننده این رگچه‌ها می‌تواند در رابطه با یک دگرگونی قهقرائی ناشی از چرخش دوباره محلول‌ها در حوضه عملکرد گسل‌های برشی‌ای باشد که پس از جایگیری این توده‌ها در پوسته، آنها را زیر تاثیر برده است.

همانگونه که گفته شد این سنگ‌ها به شدت خرد شده‌اند و بخش‌های خرد شده، در مقاطع میکروسکوپی دارای بافت کلاستیک هستند و توسط رگچه‌های در رابطه با دگرگونی قهقرائی، که در بالا توصیف شده‌اند، نیز قطع شده‌اند. با توجه به خمیدگی ماکل بعضی از کانی‌ها، می‌توان حدس زد که این توده‌ها در حالیکه همچنان گرم بوده‌اند در پوسته جایگزین شده‌اند و نتیجه آن بافت کلاستیک (کاتاکلاستیک - میلونیتی) در این توده‌ها بوده است. بنابراین در یک جمع‌بندی کوتاه می‌توان دگرشکلی‌ها و دگرسانی‌هایی که این توده‌ها متحمل شده‌اند را بگونه زیر دسته‌بندی کرد:

- مرحله دگرگونی استاتیک، که در حجرة ماگماتیک و به دلیل نفوذ آب دریا از طریق شکستگی‌ها و واکنش با مواد فرار ماگمائی و چرخش آنها صورت گرفته است و نتیجه آن جایگزینی کانی‌های درجه حرارت بالا به هم ارزهای حرارتی درجه پایین و تشکیل رگچه‌های پرشده از کانی‌های ثانویه، آمفیبول، بوده است.

- جایگزینی این توده‌ها در پوسته، در حالتی که همچنان گرم بوده‌اند و نتیجه آن تشکیل ساخت کلاستیک، بافت‌های میلونیتی - کاتاکلاستیک، در این توده‌ها بوده است.

- تاثیر عملکرد گسل‌های برشی در منطقه بر روی این توده‌ها، تشکیل رگچه‌هایی با اشکال سیگموئیدال و دگرگونی قهقرائی بوده است.

تبدیل این گابروها به پگماتیت گابروها تدریجی است. گابروهای اخیر نیز همان ترکیب کانی‌شناسی گابروهای ایزوتروپ را دارند.

#### واحد WR

این سنگ‌های ورلیتی بگونه نفوذی‌های کوچک، با رنگ خاکستری تیره در جنوب باختری منطقه، توده‌های گابروئی را قطع نموده‌اند. نفوذی‌های ورلیتی بدلیل اینکه برجا مانده‌هایی از مذاب منشاء گرفته از مانتل هستند، اهمیت زیادی در مجموعه‌های افیولیتی با نرخ بازشدگی نوع تند را دارند، نظیر افیولیت عمان، که بخوبی نیز مطالعه شده‌اند. بطور عمده سکانس‌های پلوتونیک نیز مجموعه‌های افیولیتی را قطع نموده‌اند. در بررسی‌های میکروسکوپی، این سنگ‌ها دارای بافت گرانولار و از بلورهای دیوپسید و الیون تشکیل شده‌اند. بلورهای دیوپسید بگونه درشت بلور دیده می‌شوند که توسط خمیره‌ای از الیون‌های ریزبلور سرپانتینی شده که سطح آن‌ها توسط غباری از رس پوشیده شده احاطه شده‌اند. این سنگ‌ها، دگرشکلی شدیدی را متحمل شده‌اند که اثرات آن فراوانی رگچه‌ها، و تاب خوردگی در بلورهای کلینوپیروکسن است.

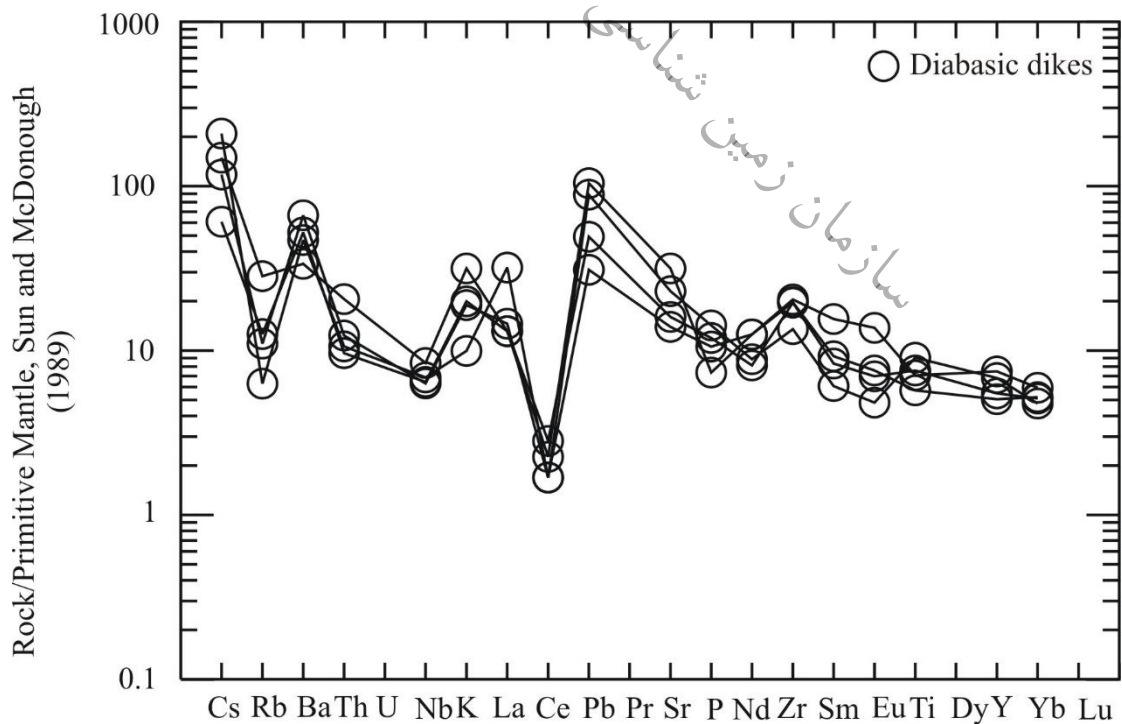
#### واحد mZ

واحد یادشده بصورت توده‌هایی نیمه عمق پراکنده و کوچک در جنوب ورقه و در پیرامون کوه همونت برونزد دارند و دارای بافت گرانولار یا پورفیریتیک با خمیره میکروگرانولار تا پوئی کلتیک است. اندازه بلورها از چند دهم میلی‌متر تا ۲ میلی‌متر متغیر است. فلدسپات (پلاژیوکلاز و آلکالی فلدسپات)، کلینوپیروکسن، آمفیبول، بیوتیت کانی‌های اصلی تشکیل دهنده سنگ‌های واحد مونزونیتی هستند. پلاژیوکلازها شکل دار تا نیمه شکل دار و با ترکیبی درحد الیگوکلاز

تا آندزین هستند. فلدسپات‌های آلکالن دارای ترکیب ارتوز و آلبیت اند که به کانی‌های رسی، سرسیت، کلریت و گاه اپیدوت تغییر شکل یافته‌اند. کلینوپیروکسن‌ها به شکل چهارگوش و مستطیلی در خمیره سنگ نمایان هستند که به کانی‌های کدر و کلریت \_ سرپانتین دگرسان شده‌اند. آمفیبول‌ها با چند رنگی سبز و بیوتیت با چند رنگی قهوه‌ای به کلریت تبدیل شده‌اند. کانی‌های آپاتیت، اسفن، زئولیت، کانی‌های کدر و بلورهای ریزی شکل و پراکنده کوارتز از دیگر کانی‌های فرعی این واحد می‌باشند. بر پایه ترکیب کانی‌شناختی و نمودار اشتریکایزن (۱۹۷۶) سنگهای این واحد در حد مونزونیت و بر پایه نمودار شیمیایی  $SiO_2$  در برابر  $Na_2O + K_2O$  در حد مونزونیت - مونزودیوریت است با توجه به اینکه سنگ‌های نفوذی واحد  $mz$  واحد  $cm1$  را قطع کرده‌اند، زمان تشکیل آنها پس از کرتاسه (Post Cretaceous) است.

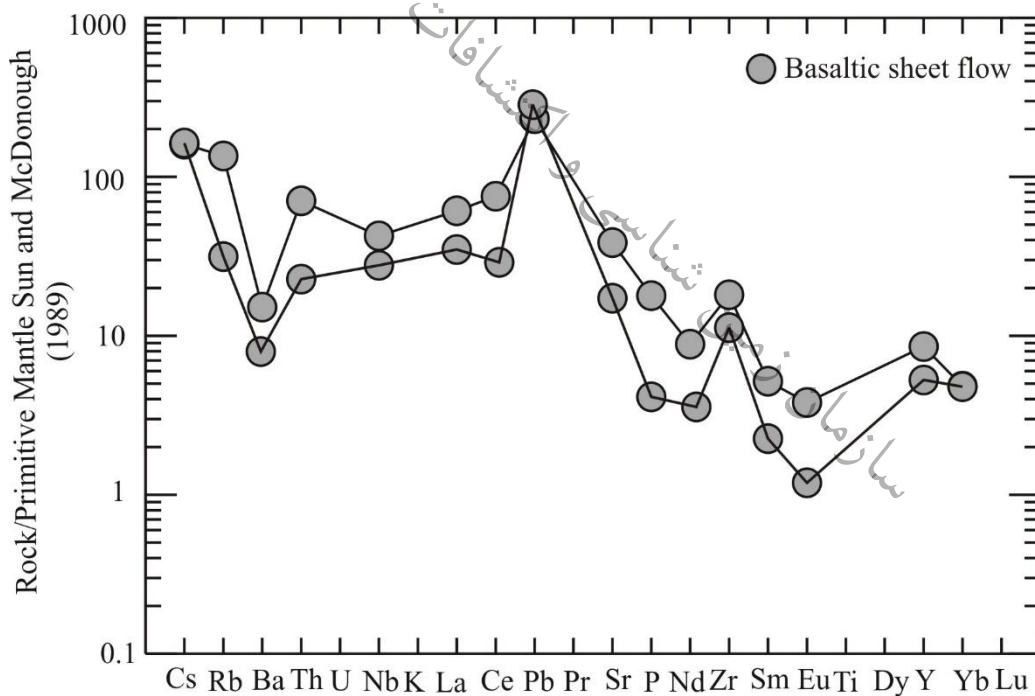
#### واحد di

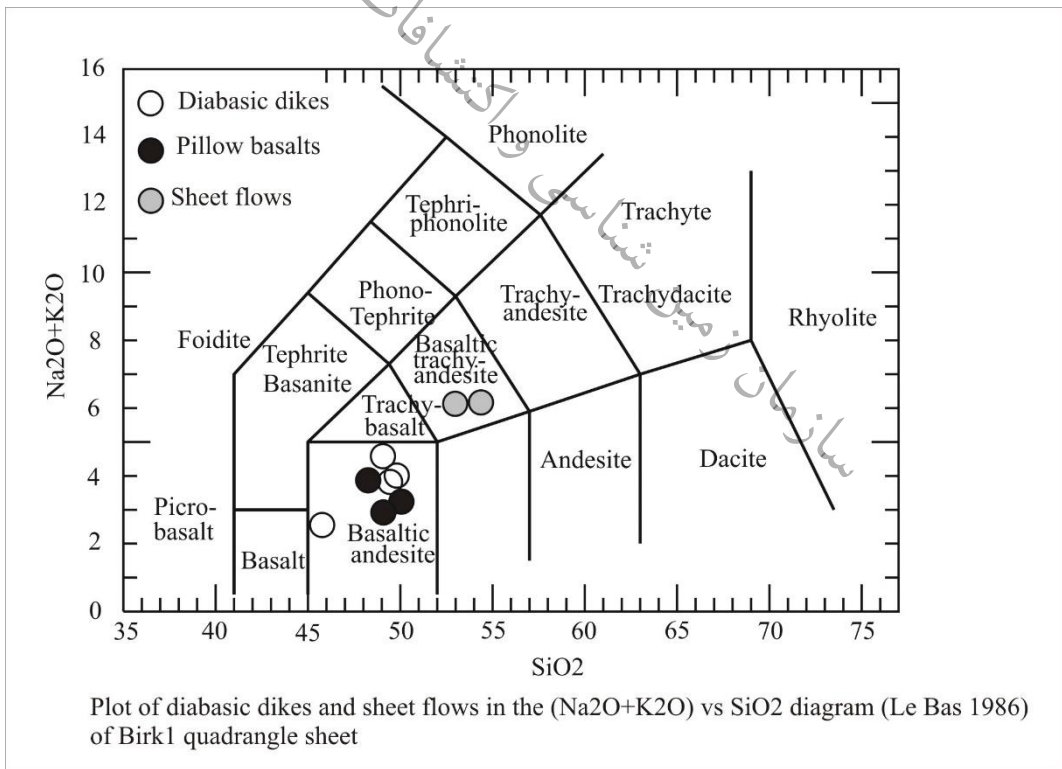
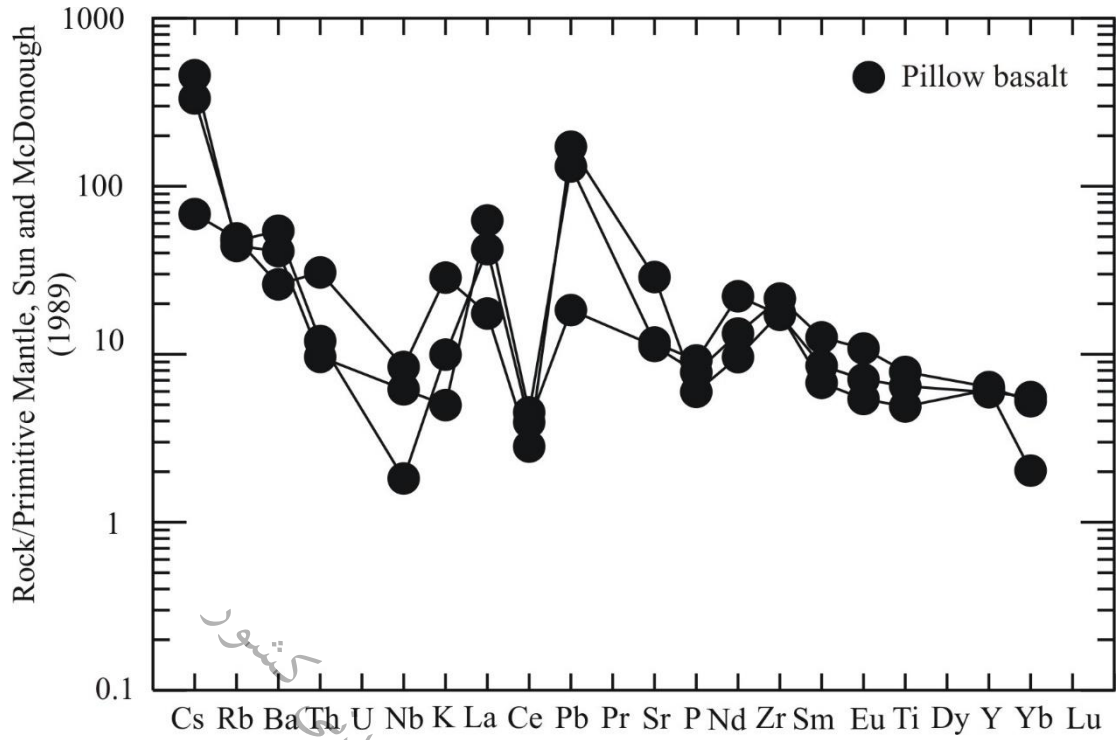
برونزدهای این واحد در برگیرنده توده‌های دیابازی، رودینگیتی، و دیابازهای اسپیلیتی است که در باختر و شمال باختری منطقه رخنمون دارند. در بررسی‌های میکروسکوپی، بخش‌های خردنشده این سنگ‌ها دارای دو رخساره ریز و متوسط بلور هستند. در هر دو نوع رخساره، بافت‌های دیابازی و اینترگرانولار قابل ملاحظه‌ای در آن قابل مشاهده است اما رخساره‌های ریز بلور سالم‌تر هستند و در برگیرنده میکروولیت‌های پلاژیوکلاز (آندزین - لابرادور) و ریزبلورهای کلینوپیروکسن جایگزین شده توسط ترمولیت - اکتینولیت هستند. در مواردی تک فنوکریست‌های آندزین نیز در آن دیده می‌شوند. فاسیس ریز بلور توسط رگچه‌های آلبیت - کلریت مورد هجوم واقع شده است که نشانگر تمایل اسپیلیتی این سنگ‌ها است. بخش‌های متوسط بلور نیز همان مشخصات کانی‌شناسی بخش‌های ریز بلور را دارا هستند. در مواردی این سنگ‌ها تمایل رودینگیتی نیز از خود نشان می‌دهند، بطوریکه کانی‌های پلاژیوکلاز تماما به کانی‌های رسی و کانی‌های کلینوپیروکسن بطور کامل به ترمولیت - اکتینولیت تبدیل شده‌اند. همانند توده‌های گابروئی، دیابازها نیز سرنوشت دگرسانی و دگرشکلی یکسانی را متحمل شده‌اند. بر اساس نتایج تجزیه‌های شیمیایی و طبق نمودار (Le Bas 1986)، این سنگ‌ها در قلمرو بازالتیک آندزیت واقع شده‌اند.

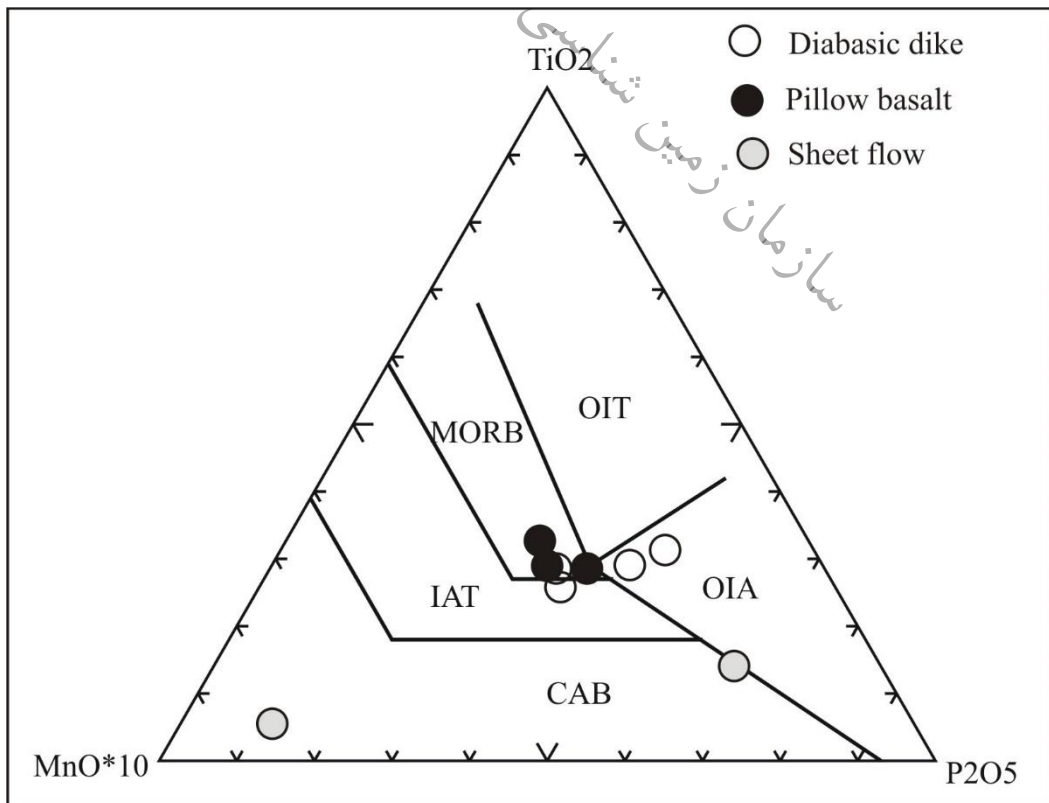
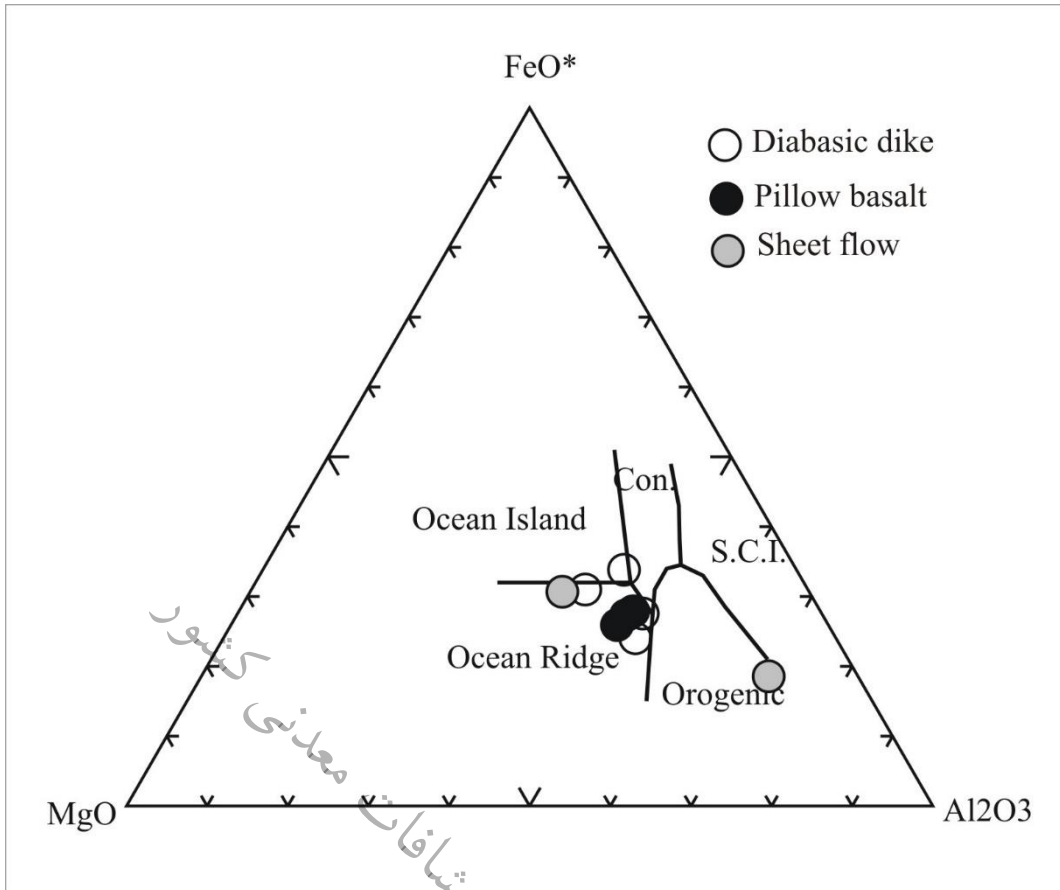


## واحد ba

رخمون‌های نهشته‌های واحد ba با ضخامت‌های متفاوت در بیشتر مناطق مرکزی و باختر - جنوب باختری برکه رخمون دارند. برونزدهای این واحد در برگیرنده‌گذاره‌های شدیداً تکتونیزه‌بازالتی، آندزیتی و متاولکانیکی (متابازالتی) هستند. که در دو رخساره غیرقابل تفکیک روانه‌ها (Sheet flow)، و پیلوئی (به مقدار کمتر) دیده می‌شوند. این گدازه‌ها دارای بادامک‌ها (Amigdales) و حفره دار (Vesicular) هستند. در بررسی مقاطع میکروسکوپی، دارای بافت هیالومیکرولیتی جریان‌ی تا بافت میکرولیتی‌اند. میکرولیت‌های پلاژیوکلاز از نوع آندزین است ولی در مواردی بطور کامل توسط آلبیت جایگزین شده‌اند. کلینوپیروکسن‌ها بگونه ریزبلور و گاهی در اشکال سوزنی ولی بطور کامل اکسیده شده دیده می‌شوند. وجود پلاژیوکلازهای توخالی و کلینوپیروکسن‌های با چهره دم خروسی شباهت این گدازه‌ها را با گدازه‌های کف حوضه‌های اقیانوسی نشان می‌دهند. بخش شیشه‌ای بطور عمده توسط مواد رسی و یا اکسیدهای آهن جایگزین شده است. بدلیل حضور کانی‌های دگرسانی درجه حرارت پائین بگونه رگچه‌ها و یا جایگزینی کانی‌های اولیه، نظیر کلسیت، کلریت، گاهی اپیدوت، و سریسیت، این گدازه‌ها را می‌توان متاولکانیک نیز نامید. بادامک‌ها و حفره‌ها، بطور عمده توسط کلسیت و گاهی توسط کوارتز و گاهی توسط مجموعه‌ای از هر دو آنها پر شده‌اند. میکروانکلاوهای گابروئی نیز در مواردی دیده می‌شوند که بافت افتیک داشته و از درشت بلورهای لابرادور و میان‌بارهای درشت کلینوپیروکسن تشکیل شده‌اند و پسودومورف‌های الیوین آنها توسط کلسیت و اکسیدهای آهن جایگزین گردیده است. براساس نتایج تجزیه‌های شیمیائی و طبق نمودار (LeBas, 1986)، پیلوبازالت‌ها در قلمرو بازالتیک آندزیت‌ها و روانه‌ها در قلمرو بازالتیک تراکی آندزیت‌ها واقع شده‌اند.







بررسی نمودارهای عنکبوتی ترسیم شده از انواع سنگ‌های مربوط به سکناس افیولیتی ناکامل نشان از یک ناهنجاری منفی از عنصر Nb است در حالیکه تغییرات از سمت عناصر خاکی و نادر حدواسط به سمت سنگین نشان از یک تغییر ملایم و آهسته را دارند و انطباق قابل ملاحظه‌ای را با بعضی از سیستم‌های میان اقیانوسی (از جمله T-MORB) را دارند اما وجود آنومالی منفی از عنصر Nb می‌تواند گویای تشکیل پوسته اقیانوسی در حاشیه قاره و یا در یک سیستم سوپرا - افیولیتی باشند. بررسی نمودارهای تکتونوماگماتیک نیز حاکی از انطباق داده‌های شیمیایی با سیستم‌های مورب نزدیک به قاره را دارند که البته بررسی‌های علمی دقیق تری را نیازمند است.

#### آمیزه‌های رنگین در

واحدهای سنگی آمیزه‌های رنگی در برگرفته واحدهای cm1 و cm2 هستند.

#### واحد cm1

این واحد بطور عمده در بخش‌های جنوبی و جنوب باختری منطقه برونزد دارد. اجزا سازنده این واحد، شامل مجموعه‌ای از سنگ‌های سرپانتینیتی، گابروئی، میکروگابروئی، اسپیلیتیک دیابازی، رودنگیتی، بازالتی و سنگ آهک‌های پلاژیک است. بر پایه بررسی‌های دیرینه شناختی بر روی سنگ آهک‌های پلاژیک، زمان کرتاسه پسین تشخیص داده شده و این سنگ‌ها در طول گسل‌های اصلی و فرعی و در اندازه‌های مختلف از حد قله تا بلوک‌های بزرگ خرد شده‌اند.

#### واحد cm2

این واحد بطور عمده در بخش‌های مرکزی ورقه رخمون دارد. فزون بر اجزاء سازنده واحد cm1، در بردارنده فلیش‌های ائوسن بگونه‌ای تکتونیزه اند، که نشان از آمیختگی آنها در رخداد ویا رخدادهای تکتونیک پس از ائوسن است.

#### زمین‌شناسی ساختمانی

گستره ورقه بیرک ۲ از نگاه زمین ساخت صفحه‌ای بخشی از پهنه ایران میانی است که مشتمل بر بخش گسترده‌ای از ایران است که میان دو زمین درز تتیس کهن (در شمال) و تتیس جوان (در جنوب) قرار دارد و از لحاظ تقسیم‌بندی زیر پهنه‌ها جزئی از حوضه فلیش خاور ایران است. در پایانه خاوری ایران میانی، در حد فاصل دو گسل نهبندان در باختر و گسل هریرود در خاور، در گستره‌ای به وسعت ۸۰۰ کیلومتر درازا و ۲۰۰ کیلومتر پهنای انباشته‌هایی ضخیم از نهشته‌های فلیش گونه وجود دارد که پی‌بند افیولیتی وابسته به پوسته‌های اقیانوسی دارند. پهنه مورد نظر که مراحل تکوین از پوسته اقیانوسی تا قاره‌ای را پذیرا شده، یکی از اشتقاق‌های نوع تتیس جوان است که از آن با نام‌هایی همچون کوه‌های خاور ایران (علوی، ۱۹۹۱)، زون گسل برشی ایران‌شهر - بیرجند (سامانی و اشتری، ۱۳۷۱)، زون نهبندان - خاش (نوبی، ۱۳۵۵)، منطقه ایران‌شهر - بیرجند (ری و محافظ، ۱۹۷۲)، زون زمین‌درز سیستان (تیروول و همکاران، ۱۹۸۳) یاد می‌شود. مرزهای شمالی و جنوبی این حوضه چندان مشخص نیست. افتخار نژاد (۱۹۷۳) پیدایش حوضه فلیش را نتیجه یک کافت درون قاره‌ای میان دو بلوک لوت و هلمند در کرتاسه پیشین می‌داند که محلی مناسب برای جایگیری گوشته اقیانوسی و انباشت نهشته‌های فلیشی بوده است. با پایان یافتن اشتقاق، خاورپوسته اقیانوسی به زیر پوسته قاره‌ای بلوک لوت فرورانش کرده و آمیزه‌های افیولیتی - فلیشی خاور ایران (زون زمین‌درز سیستان Sistan Suture Zone) را ایجاد نموده است باید این نکته را ذکر نمود که جدایش بلوک هلمند از بلوک لوت در زمان سنومانین انجام پذیرفته است. الگوی ساختاری حوضه‌های یادشده از نظر جایگیری میان دو ورق قاره‌ای لوت و هلمند و در نتیجه فرایندهای تکتونیک برخوردی حاصله، پیچیده بوده و نشانگر یک کوهزاد درون قاره‌ای است، همچنین بنظر می‌رسد که در این ناحیه راندگی‌ها نقش ویژه‌ای دارند و موجب چین خوردگی سنگ‌ها شده‌اند. در قسمت میانی حوضه، گسل‌های امتداد لغز راستگرد بوده و روند تقریبی شمالی - جنوبی داشته و بسمت خاور شیب زیادی دارند ولی در قسمت‌های شمالی و جنوبی بعلاوه چرخش‌های راستگرد بلوک لوت و بلوک هلمند ضمن تغییر در روند ساختارها، گسل‌ها نیز به نوع راندگی‌های پوشاننده می‌گردند (( Imbricate Thrust در حوضه فلیش‌های خاور ایران حرکت رو به شمال و شمال باختری ورق هندوستان و عملکردهای این حرکت بر روی ساختارهای

زمین شناسی حوضه، مؤثر بوده و عمده ساختارهای این ناحیه را باید در شکل گیری اقیانوس هند جستجو کرد. بنا به نظر دلالو و دسمونز (۱۹۸۰) نهشته‌های سنومانین این پهنه در رخساره شیبست سبز دگرگون شده و بطور دگرشیب با سنگ‌های ماستریشین دگرگون نشده پوشیده شده‌اند. در حوضه فلیشی خاور ایران سنگ‌های قدیمی تر از کرتاسه رخنمون ندارند. سنگ‌های حاصل از پوسته‌های اقیانوسی، آتشفشان‌های کرتاسه بالا، نهشته‌های فلیش پالئوسن \_ ائوسن و سرانجام سنگ‌های ماگمایی این ناحیه به دلیل قرارگیری در یک زون برخوردی نظم چینیه‌ای خاصی را نشان نمی‌دهند. در محدوده برگه یکصد هزارم بیرک ۲ ساختمان‌های زمین شناختی گسله و چین خورده‌ای دیده می‌شوند که ذیلاً معرفی می‌گردند.

#### ساختمان‌های گسله اصلی در محدوده برگه بیرک ۲

**گسل دوست آباد:** این گسل بزرگترین و مهمترین گسل گستره ورقه است که روندی به تقریب شمال باختری \_ جنوب خاوری دارد و از نوع گسله عادی (Normal Fault) است و دارای شیب سطح گسلی به تقریب ۳۵ درجه بسمت جنوب باختر است. این گسل باعث تغییر سیمای توپوگرافی قابل ملاحظه‌ای در واحد  $KPe^{sh,s}$  شده است بدین سان که در فرادیواره این گسل جابجائی حدود ۷۰ متر دیده می‌شود، این گسل در بخش‌های شمالی خود روندی تقریبی شمالی \_ جنوبی می‌یابد.

**گسل گرسامان:** این گسل از نوع راندگی با شیب ۱۰ درجه بسمت شمال تفکیک کننده دو واحد  $E^{s,sh}$  و  $KPe^{sh,s}$  بوده و دارای راستای شرقی \_ غربی می‌باشد. گسل مذکور دو واحد شیل و ماسه سنگی را تفکیک می‌کند. **گسل روندان:** این گسل دارای راستای شمالی \_ جنوبی است و رودخانه روندان در راستای این گسل واقع شده است. سازوکار این گسل قابل تشخیص است اما در بخش جنوبی به دو شاخه تقسیم می‌شود و دربرگیرنده واحدهای شیلی، ماسه سنگی و سنگ آهکی ائوسن است.

**مجموعه گسل‌های کنارو:** این گسل‌ها با راستای شمال باختر \_ جنوب خاور و شیب سطح گسل به سوی جنوب باختر از نوع راندگی اند و افزون بر واحد  $KPe^{sh,s}$  سنگ‌های آهکی پلاژیک و مجموعه‌های آذرین نیز در امتداد این گسل‌ها برونزد دارند.

**گسل درنگه‌ی:** این گسل با راستای تقریبی شمالی \_ جنوبی، بنظر می‌رسد دارای مولفه امتداد لغزی چپ‌گرد باشد که به سوی شمال باشد که رگه گسل دوست‌آباد را قطع نموده و در بخش‌های جنوبی خود واحدهای آذرین و رسوبی متنوعی را جابجا نموده و در بخشی از راستای خود خمش قابل ملاحظه‌ای از خود نشان می‌دهد در این قسمت ویژگی راندگی از خود بروز می‌دهد.

افزون بر گسل‌های اصلی ذکر شده، گسل‌های فرعی زیادی بر روی این برگه بویژه در بخش‌های جنوب باختری قابل تشخیص هستند.

#### ساختمان زمین‌شناختی چین خورده

##### ناودیس منظوری

این ناودیس با راستای محوری شمال باختر \_ جنوب خاور و میل (Plunge) شمال باختری یک ناودیس متقارن می‌باشد که در جنوب خاور برگه قابل مشاهده است، ناودیس مذکور در واحد  $E^{s,c}$  قرار دارد.

**ناودیس کاشیکاهی:** این ناودیس با راستای محوری شمال باختر \_ جنوب خاور در بخش جنوب خاوری برگه و شمال جاده زابلی به ایرانشهر واقع بوده و ناودیسی با میل دوسویه (Doubly plunging syncline) می‌باشد. ناودیس مذکور در واحد  $E^{s,c}$  قرار دارد.



**مجموعه تاقدیس و ناودیس گولمی**

شامل دو تاقدیس متقارن با میل به سمت شمال باختر و یک ناودیس بینابینی متقارن که در واحد  $KPe^{sh,s}$  عملکرده و موجب تغییر شکل قابل ملاحظه مجموعه ماسه‌سنگی و شیلی فوق گردیده است. این مجموعه بین رودخانه‌های دوست‌آباد و ماشکید قرار دارد.

تاقدیس و ناودیس سرخه‌گری: شامل یک تاقدیس و ناودیس با راستای محوری شمال باختر \_ جنوب خاور در واحد  $E^{s,sh}$  تشکیل شده و موجب تغییر راستای طبقات واحد نامبرده شده است. این مجموعه در شمال برگه مورد مطالعه قرار دارد.

**زمین‌شناسی اقتصادی (نشانه‌های معدنی)**

گستره مورد بررسی دارای قابلیت‌های معدنی زیر می‌باشد:

**توانمندی‌های اقتصادی غیرفلزی****سنگ آهک**

از دیدگاه زمین‌شناسی اقتصادی برونزدهای قابل ملاحظه‌ای در کوه بیرک مربوط به سنگ‌آهک‌های توده‌ای به سن کرتاسه با توجه به خلوص بالا یافت می‌شوند بعنوان مثال در مجاورت روستای کویسیچی اندازه  $CaO$  واحد سنگ‌آهکی یاد شده حدود ۵۰ درصد است که منطبق با استانداردهای صنعتی سنگ آهک است. بعلاوه در همین کوه رخنمون‌های قابل ملاحظه گسترده‌ای از سنگ‌آهک‌های ائوسن دیده می‌شوند که برای تولید سنگ لاشه مناسب می‌باشند. رسوبات آبرفتی جوان بویژه آنچه که در حال حاضر در بستر رودخانه ماشکید و دیگر آبراهه‌ها در حال تشکیل است بعنوان منابع مناسبی جهت تولید شن و ماسه می‌تواند معرفی شوند. ضمن آنکه واحدهای کربناته نیز برای تولید شن و ماسه کوهی دارای شرایط مناسبی هستند.

**توانمندی‌های اقتصادی فلزی****مس**

در بخش جنوب خاوری کوه بیرک و به همراه سنگ‌های ولکانیک واحد  $E^{vl}$  آثار دگرسانی و کانی‌سازی اندک در سطح قابل مشاهده است. در این منطقه سنگ‌های ولکانیک توفی با ترکیب آندزیت و تراکی آندزیت دگرسان شده سبز رنگ و با مجموعه کانی‌شناختی فلدسپات و کلسیت و پیروکسن بگونه موضعی توسط رگه‌های سیلیسی قطع شده‌اند که به همراه این رگه‌های سیلیسی آغشتگی بگونه مالاکیت قابل تشخیص است میزان مس در یک نمونه تا حدود ۶۰ درصد اندازه‌گیری شده است.

**کرومیت**

در داخل واحد  $cm1$  و به همراه سنگ‌های آذرین بازیک و الترابازیک آن آثاری از کانی‌های گروه اسپینل  $(Fe,Mg)(Cr,Al)_2O_4$  به رنگ سیاه مایل به قهوه‌ای تا سیاه‌آهنی به گونه توده‌ای و نهشته‌های تخریبی در بستر رودخانه‌های بخش‌های جنوبی برگه دیده می‌شود که برای استفاده بعنوان سنگ معدن کروم فاقد ارزش اقتصادی است.